# Beitrag

zur

# Kenntniss des Stoffverbrauchs

beim

# hungernden Huhn.

---

Inaugural-Abhandlung

der

**medicinischen Facultät der Ludwig-Maximilians-Universität in München**

unter dem

Präsidium des Herrn Professor Dr. Carl v. Voit

vorgelegt von

Franz Kuckein

aus Danzig.

---

**München.**

Druck von R. Oldenbourg.

1882.

# Beitrag

zur

# Kenntniss des Stoffverbrauchs

beim

# hungernden Huhn.

---

Inaugural-Abhandlung

der

medicinischen Facultät der Ludwig-Maximilians-Universität in München

unter dem

Präsidium des Herrn Professor Dr. Carl v. Voit

vorgelegt von

Franz Kuckein

aus Danzig.

---

**München.**

Druck von R. Oldenbourg.

1882.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554609_0173

Die Versuche über den Stoffverbrauch hungernder Hunde und Katzen haben ergeben[1]), dass die Grösse des Eiweisszerfalls bei denselben vor allem von der Masse der Organe, aber auch von dem Fettreichthum des Körpers abhängig ist; je mehr Fett in letzterem abgelagert ist, desto weniger wird Eiweiss zerlegt, wogegen ein, z. B. durch längeres Hungern, fettarm gewordener Organismus Eiweiss in steigenden Quantitäten zersetzt. Der Fettumsatz richtet sich, bei gleicher Arbeitsleistung, nach der Menge des in Zerfall gerathenen Eiweisses; sind die Bedingungen der Zersetzung in den Zellen nach der Zerstörung des zur Verfügung stehenden leichter zerlegbaren Eiweisses noch nicht erschöpft, dann wird erst das schwerer zersetzbare Fett angegriffen.

Diese für den Fleischfresser gültigen Sätze wurden von M. Rubner[2]) jüngst für den Pflanzenfresser (Kaninchen) vollauf bestätiget: der hungernde Pflanzenfresser verhält sich in Hinsicht des Stoffumsatzes nicht principiell anders wie der Fleischfresser. Namentlich konnte dargethan werden, dass die wegen der Abnahme des Fettes stattfindende Erhöhung des Eiweissverbrauchs um so später eintritt, je mehr Fett ursprünglich am Körper angesammelt

---

1) Voit, Ztschr. f. Biologie Bd. 2 (1866) S. 307; Voit in Hermann's Handb. d. Physiologie Bd. 6 Thl. 1 S. 88—95 u. S. 312.

2) M. Rubner, Ztschr. f. Biologie Bd. 17 (1881) S. 214.

war; bei von Anfang an schwachen und fettarmen Thieren ist in wenigen Tagen die Steigerung des Eiweisszerfalls ersichtlich, wobei zuletzt ausschliesslich Eiweiss zerstört wird.

Es ist zwar von vorn herein zu erwarten, dass bei anderen Thierarten die nämlichen Gesetze gelten und dass bei ihnen der Zerfall jener Stoffe nur durch die verschiedene Zusammensetzung des Organismus, vor allem durch den Eiweiss- und Fettgehalt desselben, modificirt werde. Es war aber dennoch von besonderem Interesse zu untersuchen, wie sich in dieser Beziehung die Vögel verhalten und zwar erstens deshalb, weil man für gewöhnlich meint, der Stoffwechsel der Vögel wäre ein viel lebhafterer und ihr Sauerstoffverbrauch ein wesentlich grösserer als bei den Säugethieren, eine Annahme, welche sich wohl hauptsächlich auf die Thatsache der höheren Eigenwärme bei den Vögeln stützt, und zweitens, weil in directem Gegensatz zu dieser Vorstellung die Versuche von Schimanski[1]) an hungernden Hühnern auffallend kleine Mengen des in den Excrementen ausgeschiedenen Stickstoffs ergeben haben und ferner diese Thiere auch in ihrer Nahrung für gewöhnlich äusserst geringe Quantitäten von Eiweiss, aber relativ viel stickstofffreie Stoffe aufnehmen.

Es liegen mehrfache Untersuchungen der Zersetzungsvorgänge an hungernden Hühnern und anderen Vögeln vor.

Zunächst wurden nur die Gewichtsverhältnisse der Thiere und ihrer einzelnen Organe während des Hungers berücksichtigt bei den bekannten Untersuchungen von Chossat[2]) (an Hühnern, Tauben und Krähen), sowie bei denen von Schuchardt[3]) (an Tauben). Es ist hieraus jedoch nichts über den Umsatz der einzelnen Stoffe im Organismus zu entnehmen.

Ueber die Ausscheidung der Harnsäure und des Harnstoffs oder des Gesammtstickstoffs bei drei hungernden Hühnern liegen

1) Schimanski, Ztschr. f. physiol. Chemie Bd. 3 (1879) S. 396.

2) Chossat, Mém. présentés par divers savants à l'Académie royale des sciences de l'Institut de France T. 8 (1843) p. 438.

3) Schuchardt, Quaedam de effectu, quem privatio singularum partium nutrimentum constituentium exercet in organismum ejusque partes; diss. inaug., Marburg 1847.

die vorher schon erwähnten Angaben von Schimanski vor, welcher jene Excretionen bis zum Tode der Thiere verfolgte, so dass sich daraus die Grösse der Eiweisszersetzung an den einzelnen Hungertagen feststellen lässt.

Bestimmungen der Ausscheidung der Kohlensäure sind von Letellier[1]) und von Boussingault[2]) an hungernden Turteltauben, später von Regnault und Reiset[3]), zugleich mit Ermittlung der Sauerstoffaufnahme, an verschiedenen Vögeln (an Hühnern, Enten und kleinen Singvögeln) gemacht worden.

Aber solche isolirte Messungen des Gasaustausches ohne gleichzeitige Bestimmung des Eiweissverbrauchs geben uns keine Einsicht in den Stoffumsatz im Körper, da man aus ersteren allein nicht weiss, ob bei einer Zu- oder Abnahme der Kohlensäure und des Sauerstoffs der Zerfall des Eiweisses oder der des Fettes sich geändert hat. Ja, es kann bei einem Gleichbleiben der Quantität der gasförmigen Producte doch eine tiefe Alteration im Umsatz stattgefunden haben.

Es war daher nothwendig, an ein und demselben Thiere zu gleicher Zeit die Ausscheidung des Stickstoffs und des Kohlenstoffs zu messen, um daraus die Zersetzung des Eiweisses und des Fettes berechnen zu können.

Zu dem Ende wurde das Huhn in einen passenden hölzernen Zwangsstall gesetzt, wie ihn J. Forster und Knieriem[4]) für Tauben eingerichtet hatten, aus welchem nur Kopf und Hintertheil des Thieres hervorragen, so dass eine vollständige Sammlung der Excremente in einer untergestellten Schale leicht möglich ist. Die in frischem Zustande schwach sauer oder neutral reagirenden Ex-

---

1) Letellier, Annal. de Chim. et de Physiq. [3] T. 11 (1844) p. 150.

2) Boussingault, Annal. de Chim. et de Physiq. [3] T. 11 (1844) p. 433. Boussingault hat zwar auch das Gewicht der Excremente während des Hungers und ihren Stickstoffgehalt bestimmt, aber man ist nicht im Stande, aus seinen Versuchen zu entnehmen, wieviel täglich an Eiweiss und an Fett zersetzt wird.

3) Regnault und Reiset, Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 73 (1850) S. 259 u. 287. (Versuch Nr. 51, 54 u. 59 an hungernden Hühnern.)

4) J. Forster, Ztschr. f. Biologie Bd. 12 (1876) S. 454; Knieriem, Ztschr. f. Biologie Bd. 13 (1877) S. 39.

cremente wurden dann bei 100° unter Zusatz von Oxalsäure oder Weinsäure getrocknet und in der trockenen Substanz der Stickstoffgehalt nach Will-Varrentrapp's Methode bestimmt.

Die Ermittlung der Kohlensäureausscheidung im Athem geschah in dem nach Pettenkofer's Princip gebauten kleinen Voit-schen Respirationsapparat, in welchen das im Zwangsstall befindliche Thier eingesetzt worden war.

Die Excremente wurden von jedem Tage, hie und da auch von zwei Tagen, gesammelt. Eine scharfe Abtrennung der auf den einen oder die beiden Tage treffenden Excremente ist dabei allerdings nicht gegeben, da man nicht weiss, ob bei Beginn oder am Ende jedes Versuchstags die Cloake vollkommen entleert war, aber man ersieht doch sowohl aus meinen Zahlen als auch aus denen von Schimanski und Anderen, dass die Entleerung ziemlich regelmässig vor sich geht.

Das Thier erhielt Wasser zum Saufen vorgesetzt, da kleinere Mengen desselben keinen irgend erheblichen Einfluss auf die Stoffzersetzung ausüben.

Ich habe die betreffenden Versuche an zwei Hühnern angestellt und zwar unter beständiger Beihilfe von Herrn Dr. Erwin Voit, Assistenten am Physiologischen Institut, dem ich hierfür auch öffentlich den besten Dank sage.

### I. Versuch.

Ein Hahn, bisher mit gemischtem Futter ernährt, erhielt die letzte Nahrung den 16. Juli 1880 und kam den 17. Juli bei einem Körpergewicht von 1884,6$^{g}$ um 11 Uhr Vormittags in den Zwangsstall. Das Thier ging am 9. Hungertage zu Grunde.

Die Reaction der Excremente war schwach sauer, mit Ausnahme vom 2. und 9. Tag, wo sie neutral gefunden wurde.

Die Darmentleerungen erschienen im Verhältniss zum Harn sehr copiös zu sein, derart, dass die schmutzig-dunkelgrün gefärbten consistenteren Kothmassen in einer reichlichen, gelblich gefärbten Flüssigkeit schwammen, untermischt mit einem hellen Schleim und den weissen Harnsäureballen. Namentlich auffallend erschien die dünnflüssige Entleerung am letzten Tage.

Entsprechend dieser reichlichen Flüssigkeitsausscheidung nahm das Thier das ihm bei Beginn jedes Versuchstages gereichte Wasser mit grosser Gier und in ziemlich bedeutenden Quantitäten auf (bis 20 ccm und darüber).

Während der ganzen Versuchsdauer verhielt sich der Hahn in dem Zwangskäfige meistentheils vollständig ruhig.

Nach dem Tode fand sich bei der Section der Körper stark abgemagert; mit unbewaffnetem Auge war kein Fett, weder im Unterhautzellgewebe noch in der Bauchhöhle, zu bemerken. Im Bauchraum waren etwa 5 ccm einer serösen Flüssigkeit, im Kropfe ein schaumiger, gelblich gefärbter Schleim, im Magen einige Steinchen mit wenig Schleim; der spärliche Darminhalt reagirte schwach alkalisch.

Die Organe hatten folgendes Gewicht:

| | |
|---|---|
| Knochen [1] | 217,20 g |
| Muskeln und Haut | 619,05 |
| alle Eingeweide | 195,65 |
| Hirn und Rückenmark [2] | 45,49 |
| Blut gesammelt | 36,88 |
| Mageninhalt | 14,92 |
| Darminhalt | 6,48 |
| Federn | 104,66 |
| Gesammtgewicht | 1240,33 g |

Die Gewichtsverhältnisse des Körpers während der ganzen Hungerreihe gibt die folgende Tabelle an:

| Tag | Körper-gewicht | Abnahme des Gewichts | | |
|---|---|---|---|---|
| | | im Tag | im Ganzen | in % |
| 1. | 1884,6 | 100,8 | 100,8 | 5,35 |
| 2. | 1783,8 | 62,1 | 162,9 | 8,64 |
| 3. | 1721,7 | 72,5 | 235,4 | 12,49 |
| 4. | 1649,2 | 88,7 | 324,1 | 17,20 |
| 5. | 1560,5 | 103,5 | 427,6 | 22,69 |
| 6. | 1457,0 | 94,8 | 522,4 | 27,72 |
| 7. | 1362,2 | 54,8 | 577,2 | 30,63 |
| 8. | 1307,4 | 34,2 | 611,4 | 32,44 |
| 9. | 1273,3 | 32,1 | 644,3 | 34,19 |
| 10. [3] | 1240,33 | — | — | — |

1) Die Knochen enthielten 120,9 g = 55,66 % Trockensubstanz und 96,3 g = 44,34 % Wasser.

2) Mit von den Knochen abgeschabten Resten.

3) Das Thier verendete in der Nacht des 9. Hungertages, so dass auf den 9. Tag nur die Ausscheidungen von etwas über 12 Stunden treffen.

Die 24stündigen Ausscheidungen in den Excrementen und in der Respiration ergaben:

| Tag | Excremente | | | Respiration | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | trocken | % N | N im Tag | Ventilation in Liter | $CO_2$ in 100 L. äusserer Luft in Mg. | $CO_2$ in 100 L. innerer Luft in Mg. | $CO_2$ im Tag in Grm. |
| 1. | — | — | — | — | — | — | — |
| 2. | 14,770 | 21,38<br>21,33 | 3,155 | — | — | — | — |
| 3. | 11,244 | 27,13<br>26,93 | 3,040 | 35800,98 | 59,72<br>60,76 | 165,72<br>159,40 | 36,632 |
| 4. | 11,244 | 27,13<br>26,93 | 3,040 | — | — | — | — |
| 5. | 10,940 | 24,49<br>24,50 | 2,686 | 38924,12 | 59,52<br>60,25 | 139,97<br>146,24 | 32,393 |
| 6. | 10,940 | 24,49<br>24,50 | 2,686 | — | — | — | — |
| 7. | 11,557 | 23,59<br>23,91 | 2,745 | 44294,41 | 55,85<br>56,57 | 121,59<br>119,96 | 28,600 |
| 8. | 11,557 | 23,59<br>23,91 | 2,745 | — | — | — | — |
| 9. | 8,477 | 22,12<br>22,48 | 1,890 | — | — | — | — |

Mit Hilfe dieser Zahlen vermag man nun zu berechnen, wieviel Eiweiss und Fett im Thierkörper an den einzelnen Hungertagen zersetzt worden ist. Die Stickstoffmengen der Excremente lassen den Umsatz des Eiweisses (mit 15,5 % Stickstoff) oder auch des Fleisches (mit 3,4 % Stickstoff) erkennen. Aus dem im Athem und in den Excrementen ausgeschiedenen Kohlenstoff erhält man den Verbrauch der kohlenstoffhaltigen Stoffe. Dr. Rubner fand in den Excrementen eines Huhns am 3. Hungertage ein Verhältniss von Stickstoff zum Kohlenstoff wie 1 : 1,208 [1]). Aus der Menge des zersetzten Eiweisses oder Fleisches (mit 12,52 % Kohlenstoff) lässt

1) Es treffen:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| im Harnstoff | auf | 1 | Theil | N : | 0,4300 | Theil | C |
| Hundeharn (Hunger) | „ | 1 | „ | „ | 0,7462 | „ | „ |
| Kaninchenharn (Hunger) | „ | 1 | „ | „ | 0,7956 | „ | „ |
| in der Harnsäure | „ | 1 | „ | „ | 1,0717 | „ | „ |
| Huhnexcremente (Hunger) | „ | 1 | „ | „ | 1,2080 | „ | „ |

sich der darin vorhandene Kohlenstoff berechnen; der darüber hinaus entfernte Kohlenstoff kann nur in Fett (mit 76,50 % Kohlenstoff) enthalten gewesen sein.

Auf diese Weise bekömmt man folgende Werthe für die 24stündige Eiweiss- und Fettzersetzung im Organismus des Huhns:

| Tag | mittleres Körpergewicht | Eiweiss zersetzt | Fleisch zersetzt | Fett[1]) zersetzt | auf 1kg Körpergewicht | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Eiweiss zersetzt | Fleisch zersetzt | Fett zersetzt | $CO_2$ im Athem |
| 2. | 1753 | 20,35 | 92,78 | — | 11,61 | 52,93 | — | — |
| 3. | 1686 | 19,61 | 89,41 | 3,23 | 11,63 | 53,04 | 1,91 | 21,73 |
| 4. | 1605 | 19,61 | 89,41 | — | 12,22 | 55,71 | — | — |
| 5. | 1509 | 17,33 | 78,99 | 2,86 | 11,84 | 52,35 | 1,88 | 21,47 |
| 6. | 1410 | 17,33 | 78,99 | — | 12,29 | 56,04 | — | — |
| 7. | 1335 | 17,71 | 80,72 | 1,32 | 13,27 | 60,47 | 0,99 | 21,43 |
| 8 | 1290 | 17,71 | 80,72 | — | 13,72 | 61,01 | — | — |
| 9.[2]) | 1257 | 12,19 | 55,59 | — | 9,70 | 44,23 | — | — |

## II. Versuch.

Dieser zweite Versuch wurde an einem Huhn von wesentlich geringerem Gewicht als der zum ersten Versuch dienende Hahn angestellt. Dasselbe verzehrte vom 12. bis 22. November 1880, also während 11 Tagen, 300g lufttrockenen Weizen, im Tag also 27,3g. Dabei schwankte das Körpergewicht von 1009,5 bis zu 1018,5g. Wegen eintretender Mauserung und mangelnder Fresslust wird der Versuch bis zum 4. Januar 1881 ausgesetzt. Vom 4. bis 10. Januar, also während 7 Tagen, frisst die Henne 229,3g Weizen, somit täglich 32,8g. Das Körpergewicht steigt dabei auf 1037,5g.

1)

| Tag | Kohlenstoff | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | in den Excrementen | im Athem | Gesammt-C | C im Fleisch | C im Fett |
| 2. | 3,811 | — | — | — | — |
| 3. | 3,672 | 9,990 | 13,662 | 11,194 | 2,468 |
| 4. | 3,672 | — | — | — | — |
| 5. | 3,244 | 8,834 | 12,079 | 9,900 | 2,189 |
| 6. | 3,244 | — | — | — | — |
| 7. | 3,315 | 7,800 | 11,115 | 10,106 | 1,009 |
| 8. | 3,315 | — | — | — | — |
| 9. | 2,283 | — | — | — | — |

2) Dauer des Versuchs nur etwas über 12 Stunden.

Von da an werden dem Thier täglich 50,0$^{g}$ Weizen theilweise durch Zwangsfütterung beigebracht (vom 11. bis 15. Januar 250,0$^{g}$), zum letzten Male am 15. Januar, an welchem Nachmittags gegen 4 Uhr die letzte Fütterung stattfindet. Bei Beginn dieses Tages (um 11 Uhr Vormittags) hatte die Henne ein Gewicht von 1020,2$^{g}$, das bis zum 16. Januar Vormittags 11 Uhr auf 997,0$^{g}$ absinkt. Mit diesem Zeitpunkt beginnt die Hungerreihe und die Einsetzung des Thieres in den Zwangskäfig. Der Hunger wurde hier, obwohl die Henne fast um die Hälfte leichter war als der Hahn, 12 Tage lang ertragen.

Zu Anfang jedes Versuchstages wurde dem Huhn Wasser angeboten. Es trank jedoch in der Regel nur wenig davon, am 4. und 11. Tage gar nichts. Bloss am 8. Tage nahm es eine etwas grössere Menge von Wasser (über 10$^{ccm}$) zu sich.

Die Excremente reagirten stets sauer, am 10. Tage sogar stark sauer; am 11. und 12. Tage dagegen wird die saure Reaction schwächer, während zugleich die Quantität der Entleerungen zunimmt. Die Ausscheidungen werden allmählich dünnflüssiger, am letzten Hungertage entschieden diarrhöisch; dabei sind die Harnsäuresedimente mehr mit den reichlicheren Darmentleerungen gemischt, so dass das Ganze als eine breiartige bräunliche Flüssigkeit erscheint.

Am 1. und 2. Tage findet sich in den Entleerungen noch Koth in grösserer Menge, von der vorhergehenden Weizenfütterung herrührend. Derselbe liess sich ganz gut, wenn auch nicht absolut genau, von den ziemlich festen, weissen Harnsäureballen trennen. Eine beträchtliche Quantität von schleimiger Darmflüssigkeit wurde noch am 4. Tage verzeichnet; an diesem, sowie am vorhergehenden Tage trat die Entleerung der Cloake einige Minuten nach Schluss des Versuchstages ein. An den späteren Tagen wird die Darmentleerung geringer, und nur am 10. Tage fand nochmals eine Absonderung von etwas Hungerkoth statt, dessen Trennung vom Harn jedoch unthunlich war und auch als bedeutungslos unterlassen wurde.

Während des ganzen Versuchs war die Henne ziemlich unruhig; man musste ihr daher, um etwaige Verluste an Excrementen

zu verhüten, die Flügel am Deckel des Holzkäfiges befestigen und die Beine zusammenbinden. Das Thier erschien noch am 9. und 10. Hungertage, wenn auch herabgekommen, so doch völlig kräftig und munter; der Tod erfolgte am 12. Tage Morgens zwischen 8 und 8¼ Uhr.

Das Huhn zeigte sich nach Ausrupfen der Federn schon bei äusserlicher Betrachtung sehr abgemagert. Bei der Section fanden sich nur an wenigen Stellen, z. B. in der Achselhöhle, noch minimale Reste von sichtbarem Fettgewebe; im Uebrigen war jede Spur von Fett verschwunden.

Kropf und Speiseröhre waren ganz leer; der Magen und der Darm enthielten einen grün gefärbten Schleim mit Steinchen. Die Gallenblase war stark gefüllt mit 1,41 g dickflüssiger, dunkelgrüner Galle.

Die hauptsächlichsten Organe zeigten folgende Gewichte:

| | |
|---|---|
| Knochen | 125,57 g |
| Muskeln und Haut | 322,50 |
| Trachea | 1,22 |
| Lunge | 4,30 |
| Herz | 3,95 |
| Leber mit Gallenblase | 12,70 |
| Kropf und Speiseröhre | 4,14 |
| Magen und Darm leer | 31,64 |
| Nieren | 6,20 |
| Uterus und Eierstöcke | 8,40 |
| Pankreas und Blutgefässe | 3,05 |
| Hirn und Rückenmark | 5,25 |
| Blut gesammelt | 4,80 |
| Mageninhalt | 8,04 |
| Darminhalt | 2,82 |
| Federn | 62,92 |
| Gesammtgewicht | 607,50 g |

In den Knochen, in den Muskeln mit Haut und Herz und in sämmtlichen Eingeweiden mit Blut, Gehirn etc. wurden zunächst Bestimmungen des Gehaltes an Wasser und festen Theilen und dann in der Trockensubstanz Bestimmungen des Gehaltes an Stickstoff und Fett ausgeführt, wobei sich ergab:

| Organe | | % Wasser | Wasser in Grm. | feste Theile in Grm. | % Stickstoff | Stickstoff in Grm. | % Fett | Fett in Grm. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 61,65 | 7,21<br>7,12 | 4,419 | 1,68 | 1,035 |
| [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] | 73,30 | 14,75<br>14,72 | 10,800 | 3,12 | 2,285 |
| [illegible] | 81,70[1] | 81,58 | 66,65 | 15,05 | 14,38<br>13,88 | 2,126 | 4,08<br>4,13 | 0,617 |
| Summe ohne Federn und Darminhalt . . . . | | — | 383,72 | 150,00 | — | 17,345 | — | 3,937 |

Die Gewichtsverhältnisse des Körpers während der 12 tägigen Hungerreihe gestalteten sich folgendermassen:

| Tag | Körpergewicht | Abnahme des Gewichts im Tag | im Ganzen | in % |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 997,0 | 26,6 | 26,6 | 2,67 |
| 2. | 970,4 | 24,1 | 50,7 | 5,08 |
| 3. | 946,3 | 30,9 | 81,6 | 8,18 |
| 4. | 915,4 | — | — | — |
| 5. | (883,7) | — | — | — |
| 6. | (851,9) | — | — | — |
| 7. | (820,2) | — | 208,5 | 20,91 |
| 8. | 788,5 | — | — | — |
| 9. | (752,3) | — | — | — |
| 10. | (716,1) | — | — | — |
| 11. | (679,9) | — | — | — |
| 12. | (643,7) | — | 389,5 | 39,07 |
| 13. | 607,5 | — | — | — |

Die Ausscheidungen in den Excrementen und im Athem ergaben:

| Tag | Excremente trocken | % N | N im Tag | Respiration Ventilation in Liter | $CO_2$ in 100 L. äuss. Luft in Mg. | $CO_2$ in 100 L. inn. Luft in Mg. | $CO_2$ im Tag in Grm. | Versuchsdauer |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | K. 0,544<br>H. [illegible] | 6,22<br>6,94<br>22,18<br>21,97 | 0,036<br>[illegible] | — | — | — | — | — |
| 2. | K. 0,561<br>H. 1,223 | 6,77<br>6,22<br>22,50<br>22,54 | 0,036<br>0,276 | 32146,02 | 92,12 | 173,71<br>175,61 | 27,041 | 23h 31′ |
| 3. | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 4. | 1,920 | 24,60<br>25,20 | 0,478 | 32504,81 | 82,04 | 170,64<br>169,81 | 28,952 | 23h 46′ |

[1] Während der Präparation verdunsteten 23,30g Wasser, welche zu der Wassermenge der Muskeln und der Haut hinzugerechnet wurden.

| Tag | Excremente | | | Respiration | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | trocken | % N | N im Tag | Ventilation in Liter | $CO_2$ in 100 L. äuss. Luft in Mg. | $CO_2$ in 100 L. inn. Luft in Mg. | $CO_2$ im Tag in Grm. | Versuchsdauer |
| 5. | 2,642 | 24,20<br>24,20 | 0,639 | — | — | — | — | — |
| 6. | 2,790 | 28,79<br>28,89 | 0,805 | 38716,21 | 134,77 | 215,15<br>211,74 | 30,458 | 24 h |
| 7. | 2,726 | 25,50<br>25,00 | 0,688 | — | — | — | — | — |
| 8. | 4,742 | 26,76<br>25,75 | 1,351 | 38413,01 | 75,78 | 153,28<br>151,32 | 29,394 | 24 h |
| 9. | 4,737 | 24,93<br>24,76 | 1,177 | — | — | — | — | — |
| 10. | 5,270 | 26,64<br>26,62 | 1,403 | 40757,43 | 96,01 | 158,11<br>158,14 | 25,314 | 24 h |
| 11. | 5,660 | 28,06<br>28,18 | 1,592 | — | — | — | — | — |
| 12.[1] | 3,807 | 28,05<br>28,09 | 1,069 | 25603,74 | 137,21 | 195,86<br>197,96 | 15,286 | 21 h |

Aus diesen Zahlen berechne ich wiederum auf die vorher angegebene Weise, wie sich an den einzelnen Hungertagen der Verbrauch an Eiweiss und an Fett gestaltet; es hat sich ergeben:

| Tag | mittleres Körpergewicht | Eiweiss zersetzt | Fleisch zersetzt | Fett[2] zersetzt | auf 1 kg Körpergewicht | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Eiweiss zersetzt | Fleisch zersetzt | Fett zersetzt | $CO_2$ im Athem |
| 1. | 984 | 2,01 | 9,17 | — | 2,04 | 9,32 | — | — |
| 2. | 958 | 2,01 | 9,17 | 8,58 | 2,10 | 9,57 | 8,96 | 28,23 |
| 3. | 931 | — | — | — | — | — | — | — |
| 4. | 900 | 3,09 | 14,06 | 8,78 | 3,43 | 15,62 | 9,76 | 32,17 |
| 5. | 868 | 4,13 | 18,81 | — | 4,75 | 21,67 | — | — |
| 6. | 836 | 5,19 | 23,67 | 8,26 | 6,21 | 28,31 | 9,88 | 36,43 |
| 7. | 804 | 6,58 | 29,99 | — | 8,18 | 37,30 | — | — |
| 8. | 770 | 6,58 | 29,99 | 7,18 | 8,54 | 38,96 | 9,32 | 38,17 |
| 9. | 734 | 7,59 | 34,61 | — | 10,34 | 47,15 | — | — |
| 10. | 698 | 9,05 | 41,28 | 4,49 | 12,97 | 59,14 | 6,43 | 36,27 |
| 11. | 682 | 10,27 | 46,81 | — | 15,05 | 68,63 | — | — |
| 12.[3] | 626 | 6,89 | 31,43 | 1,99 | 11,01 | 50,20 | 3,18 | 24,42 |

1) Das Thier verendete 3 Stunden vor Schluss des 12. Hungertages.

2)

| Tag | Kohlenstoff | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | in den Excrementen | im Athem | Gesammt-C | C im Fleisch | C im Fett |
| 1. | 0,334 | — | — | — | — |
| 2. | 0,333 | 7,375 | 7,708 | 1,148 | 6,560 |
| 3. | — | — | — | — | — |
| 4. | 0,578 | 7,896 | 8,474 | 1,760 | 6,713 |
| 5. | 0,772 | — | — | — | — |
| 6. | 0,972 | 8,307 | 9,279 | 2,964 | 6,316 |
| 7. | 1,232 | — | — | — | — |
| 8. | 1,232 | 8,017 | 9,249 | 3,755 | 5,494 |
| 9. | 1,422 | — | — | — | — |
| 10. | 1,695 | 6,904 | 8,599 | 5,168 | 3,431 |
| 11. | 1,923 | — | — | — | — |
| 12. | 1,291 | 4,169 | 5,460 | 3,935 | 1,525 |

3) Dauer des Versuchs nur 21 Stunden.

## III. Betrachtungen und Schlussfolgerungen.

Die hungernden Hühner gehen, wie sich aus meinen und Anderer Versuche ergibt, in sehr ungleicher Zeit zu Grunde. Es kann nicht zweifelhaft sein, dass der entscheidende Factor dabei die Menge des am Körper abgelagerten Fettes ist. Mein Huhn Nr. 1 (von 1885$^{g}$ Gewicht) hielt, obwohl es ein sehr grosses Thier war, den Hunger doch bloss 9 Tage aus, da sich an seinem Körper nur äusserst wenig Fett befand; das fettreichere, kleinere Huhn Nr. 2 (997$^{g}$ schwer) lebte 12 Tage ohne Nahrung. Schimanski's fleischiges, aber nicht sehr fettes Huhn Nr. 1 von 1120$^{g}$ Gewicht hungerte 11 Tage, sein 954$^{g}$ schweres, ebenfalls nicht sehr fettes Huhn Nr. 2 ertrug den Hunger nur 8 Tage, das 1990$^{g}$ schwere, ausserordentlich fettreiche Huhn Nr. 3 erlag erst nach 35 Tagen und zeigte bei der Section noch ein beträchtliches Quantum von Fett am Körper abgelagert. Es ist die nämliche Beobachtung, welche auch an anderen Thierarten gemacht worden ist, z. B. an Katzen von Voit, an Hunden von Fr. Hofmann und Falck, und an Kaninchen von Rubner. Es soll nachher noch näher erörtert werden, warum das Fett diese den Hungertod verzögernde Wirkung besitzt.

Die beiden Versuche von mir und die drei von Schimanski haben ferner gelehrt, dass der Gang der Stickstoffausscheidung beim hungernden Huhn, ähnlich wie es von Voit für den Hund und die Katze, sowie von Rubner für das Kaninchen gezeigt worden ist, ein sehr verschiedener sein kann. Bei denjenigen Hühnern, welche den Hunger längere Zeit ertragen, sinkt anfangs die Stickstoffausscheidung langsam etwas ab, bleibt dann längere Zeit fast unverändert, um an den letzten Tagen meist wieder etwas zu steigen und zwar über die Grösse am ersten Hungertage. Bei den anderen, in kürzerer Zeit erliegenden Hühnern findet sich dagegen zumeist in wenigen Tagen eine sehr beträchtliche Erhöhung der Stickstoffabgabe, so dass letztere über das Fünffache der am ersten Hungertage betragen kann. Es wurde nämlich an Stickstoff abgegeben bei Beginn des Hungers und am Tage vor dem Hungertode, an welchem das Maximum der Ausscheidung stattfand:

| Huhn | Hungertag | Körperzustand | Körpergewicht | Stickstoff im Tag | Stickstoff auf 1 Kilo |
|---|---|---|---|---|---|
| Nr. 1 von Schimanski | 1. | mittelfett | 1120 | 0,251 | 0,224 |
| Nr. 1 „ „ | 9. | fettlos | 745 | 2,043 | 2,742 |
| Nr. 2 von Schimanski | 1. | mittelfett | 945 | 0,322 | 0,341 |
| Nr. 2 „ „ | 6. | fettlos | 660 | 1,797 | 2,715 |
| Nr. 3 von Schimanski | 1. | sehr fettreich | 1950 | 0,396 | 0,203 |
| Nr. 3 „ „ | 32. | fettreich | 1155 | 0,608 | 0,526 |
| Nr. 1 von mir | 2. | fettarm | 1885 | 3,154 | 1,768 |
| Nr. 1 „ „ | 8. | fettlos | 1307 | 2,744 | 2,100 |
| Nr. 2 von mir | 1. | mittelfett | 997 | 0,312 | 0,312 |
| Nr. 2 „ „ | 11. | fettlos | 680 | 1,592 | 2,341 |

Es ist, wie aus diesen Zahlen wiederum erhellt, nicht möglich, richtige Durchschnittswerthe für die Eiweisszersetzung an einer Thierart zu bekommen, wenn man nicht auf die Körperbeschaffenheit, besonders auf den relativen Fettgehalt derselben, Rücksicht nimmt; denn es ist nicht zweifelhaft, dass für die grossen Differenzen in dem Eiweissverbrauch der Fettgehalt des Organismus vor allem maassgebend ist.

Das äusserst fettreiche Thier Nr. 3 von Schimanski zersetzt, auf 1$^{kg}$ Körpergewicht berechnet, am 1. Hungertage nur 1,31$^{g}$ Eiweiss, am 32. Hungertage 3,40$^{g}$. Es ist diese gegenüber den folgenden Reihen nur unbeträchtliche Steigerung in der Zersetzung des Eiweisses trotz des langen Hungers allein dadurch erklärlich, dass im verhungerten Thier noch ansehnliche Mengen von Fett gefunden wurden, während die übrigen Thiere bei der Section ganz fettlos sich zeigten. Eine allmähliche geringe Zunahme im Eiweisszerfall musste sich aber wegen der fortwährenden absoluten und relativen Abnahme des Fettes im Körper ergeben. Dieses Huhn ist daher nicht aus Mangel an Fett, sondern aus Mangel an eiweissartiger Substanz, welche zur Ermöglichung der Lebenserscheinungen nicht mehr ausreichte, zu Grunde gegangen.

Ganz anders verhalten sich dagegen die drei Thiere, welche bei Beginn des Hungers als mittelfette bezeichnet werden können, das Huhn Nr. 1 und 2 von Schimanski und Nr. 2 von mir. Dieselben verbrauchen anfangs auf 1 Kilo fast die nämliche Menge

von Eiweiss wie das sehr fettreiche Huhn Nr. 3 von Schimanski, nämlich 1,45, 2,20 und 2,01 g im Tag. Aber in 6—11 Tagen hat der Umsatz schon so sehr zugenommen, dass täglich 17,69, 17,51 und 10,27 g Eiweiss zerfallen. Deshalb wird bei ihnen dem Leben auch viel früher ein Ende gesetzt als bei dem fettreichen Organismus, in dem die spätere tägliche Eiweissabgabe eine wesentlich geringere ist; das fettreiche, 1910 g schwere Huhn hat in 33 Hungertagen nicht mehr Eiweiss verloren als das mittelfette, 997 g schwere Huhn in 12 Tagen, denn ersteres zersetzte im Ganzen bis zum Hungertode 65 g Eiweiss mit 10,07 g Stickstoff, letzteres 66 g Eiweiss mit 10,22 g Stickstoff. Dass bei mittelfetten Thieren der relative Eiweissumsatz gering ist, geht auch aus einem von Dr. M. Rubner angestellten und mir gütigst zur Verwerthung überlassenen Versuch hervor, wobei ein ausserordentlich grosser Hahn, von 3737 g Gewicht, an den drei ersten Hungertagen (28—30. April 1881) folgende Werthe lieferte:

| Tag | Körper-gewicht | N im Tag | Eiweiss zersetzt | auf 1 kg Gewicht | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Stickstoff | Eiweissumsatz |
| 1. | 3737 | 1,693 | 10,83 | 0,453 | 2,90 |
| 2. | 3637 | 1,253 | 8,02 | 0,344 | 2,20 |
| 3. | 3554 | 1,380 | 8,83 | 0,388 | 2,48 |

Höchst interessant und wichtig ist das Verhalten meines grossen, von Anfang an fast fettlosen Huhnes Nr. 1. Es zersetzte am 2. Hungertage auf 1 kg Gewicht 11,61 g Eiweiss, also 5—8 mal mehr wie die übrigen Hühner, was nur von der Fettarmuth des grossen, fleischigen Thieres herrührt. Hier konnte selbstverständlich im Verlaufe des Hungers die Eiweisszersetzung nicht zunehmen, da diese Zunahme von einer Abnahme des Fettvorrathes am Körper bedingt ist und an letzterem von Anfang an fast kein Fett vorhanden war; es musste dieselbe im Gegentheil wegen der Verminderung des Eiweissbestandes allmählich kleiner werden, was in der That auch der Fall war. Nur auf gleiches Körpergewicht berechnet zeigte sich an den späteren Hungertagen eine ganz geringfügige Steigerung des Eiweissverbrauchs, durch die Abgabe der geringen Menge von Fett veranlasst. Das Huhn zersetzte zuletzt auf 1 kg täglich die nämliche Menge von Eiweiss (14 g) wie die bei Beginn

des Versuchs mittelfetten Hühner Nr. 1 und Nr. 2 von Schimanski und Nr. 2 von mir, welche 15 — 18 g zerstörten, weil zu dieser Zeit bei allen sämmtliches Fett verschwunden war.

Es kann die hohe Bedeutung des Fettes im Körper für den Verbrauch des Eiweisses nicht leicht so sichtlich dargethan werden wie in diesen Fällen. Das im Organismus abgelagerte Fett bewirkt, dass beim Hunger weniger Organeiweiss gelöst und flüssig wird, also weniger davon unter die Bedingungen des Zerfalls geräth.

Bei den Versuchen von Rubner an hungernden Kaninchen hatte sich ergeben, dass die fettarm gewordenen Thiere an den letzten Hungertagen fast nur mehr Eiweiss und kein Fett zersetzen, und dass in den ersten Tagen der Fettverbrauch etwas abnimmt. Das Gleiche zeigt sich auch bei meinen Versuchen am Huhn. Das mittelfette Thier Nr. 2 zerstörte anfangs täglich reichlich Fett, aber nur wenig Eiweiss, an den späteren Tagen, wo der Eiweissumsatz zunimmt, weniger Fett. Dem entsprechend zersetzt das von Anfang an fettarme Thier Nr. 1 nur Spuren von Fett und fast ausschliesslich Eiweiss. Die anfängliche reichliche Fettzerstörung neben geringem Eiweisszerfall bei mittelfetten Thieren thut auch der eben erwähnte grosse Hahn Rubner's dar, welcher folgende Fettmengen verbrannte:

| Tag | $CO_2$ im Tag | C im Athem u. Excrementen | C im Fett | Fett zersetzt | auf 1 kg Gewicht | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | $CO_2$ | Fett zersetzt |
| 1. | 105,08 | 30,70 | 24,91 | 32,56 | 28,12 | 8,7 |
| 2. | 73,07 | 21,44 | 17,15 | 22,42 | 20,09 | 6,2 |
| 3. | 71,86 | 21,27 | 16,55 | 21,63 | 20,21 | 6,1 |

Es wird auch daraus wieder der von Voit aus seinen Versuchen am Hunde erschlossene Satz erwiesen, dass die Grösse des Eiweisszerfalls bestimmend ist für den weiteren Gang der Stoffzersetzung im Körper. Die Zellen besitzen das Vermögen, eine gewisse stoffliche Arbeit zu leisten d. h. eine gewisse Menge von Material zu zerlegen. Wird ihnen so viel gelöstes Eiweiss dargeboten, dass ihre Kraft durch die Zersetzung desselben vollständig erschöpft wird, dann wird nichts weiter mehr zersetzt; ist dagegen nach der Zerstörung des disponiblen Eiweisses die Kraft der Zellen noch

nicht verbraucht, dann wird das vorhandene Fett angegriffen, dessen Zerstörung im Weiteren noch abhängig ist von der Grösse der Muskelarbeit.

Kleinere Thiere verbrauchen unter sonst gleichen Umständen verhältnissmässig mehr Eiweiss als grössere. In Rubner's Abhandlung [1]) ist eine Tabelle über die Stickstoffausscheidung hungernder Thiere zusammengestellt, welche ich etwas erweitert und mit den an den Hühnern gewonnenen Resultaten versehen hier einschalte.

| Thier | Körpergewicht in Kg. | auf 1kg Thier N ausgeschieden | Beobachter |
|---|---|---|---|
| Hund . . . . . | 33,000 | 0,180 | Voit |
| „ . . . . . | 3,200 | 0,530 | Rubner |
| Katze . . . . . | 1,860 | 0,930 | Bidder u. Schmidt |
| „ . . . . . | 2,610 | 0,730 | Voit |
| „ . . . . . | 2,830 | 0,580 | Bidder u. Schmidt |
| Kaninchen 2, 1—3. Tag . | 2,814 | 0,592 | Rubner |
| „ 4—5. „ . | 2,494 | 0,585 | „ |
| „ 6—8. „ . | 2,253 | 1,424 | „ |
| Kaninchen 3, 3—8. Tag . | 2,051 | 0,502 | Rubner |
| „ 9—15. „ . | 1,806 | 0,511 | „ |
| „ 16—18. „ . | 1,541 | 1,718 | „ |
| Kaninchen 5, 1—7. Tag . | 1,345 | 0,477 | Rubner |
| „ 8—13. „ . | 1,105 | 0,584 | „ |
| „ 15—18. „ . | 0,850 | 1,665 | „ |
| Ochse . . . . . | 408,000 | 0,080 | Grouven |
| Huhn Nr. 1, Tag 1 . . . | 1,120 | 0,224 | Schimanski |
| „ „ 9 . . . | 0,745 | 2,742 | „ |
| Huhn Nr. 2, Tag 1 . . . | 0,945 | 0,341 | Schimanski |
| „ „ 6 . . . | 0,660 | 2,715 | „ |
| Huhn Nr. 3, Tag 1 . . . | 1,950 | 0,203 | Schimanski |
| „ „ 32 . . . | 1,155 | 0,526 | „ |
| Huhn Nr. 1, Tag 2 . . . | 1,885 | 1,768 | Kuckein |
| „ „ 8 . . . | 1,307 | 2,100 | „ |
| Huhn Nr. 2, Tag 1 . . . | 0,997 | 0,312 | Kuckein |
| „ „ 11 . . . | 0,680 | 2,341 | „ |
| Huhn Nr. 1, Tag 1 . . . | 3,737 | 0,453 | Rubner |
| „ „ 3 . . . | 3,554 | 0,388 | „ |

1) a. a. O. S. 227.

Es ist sehr auffallend, dass nur das von Anfang an fast fettfreie Huhn (Nr. 1 von mir) und die durch längeren Hunger fettfrei gewordenen Thiere sich der Regel einreihen, wonach in kleineren Organismen der Eiweisszerfall verhältnissmässig bedeutender ist als in grösseren Organismen. Bei den fetten oder mittelfetten Hühnern ist derselbe im Gegensatz dazu an den ersten Hungertagen sehr gering, so gering wie bei Hunden von etwa 20—25 kg Gewicht.

Man darf wohl nach den früheren Erfahrungen von vorn herein vermuthen, dass dabei wiederum das Fett irgendwie betheiligt ist und dass der geringe Umsatz von Eiweiss von einer verhältnissmässig grösseren Fettmenge im Körper der Hühner, gegenüber der bei gleich schweren Katzen oder Kaninchen, herrührt. Dies lässt sich nun auch in der That darthun.

Die erste Katze von Bidder und Schmidt wog nämlich bei Beginn der Inanition 2572 g und bestand aus 824,07 g wasserfreier Substanz mit etwa 100,9 g Stickstoff und 172,70 g Fett; sie enthielt also 6,7% Fett und das Verhältniss von Stickstoff zu Fett war wie 10 : 17. In dem Kaninchen Nr. 3 berechnete Rubner[1]) für den ersten Hungertag 5,71 g Stickstoff und 123,2 g = 5,3 % Fett; das Verhältniss des Stickstoffs zum Fett stellte sich wie 10 : 23. Mein Huhn Nr. 2 besass dagegen am Anfang des Versuchs 150,0 g Trockensubstanz mit 27,57 g Stickstoff und 85,79 g = 8,6 % Fett; das Verhältniss von Stickstoff zum Fett war wie 10 : 31. Das Huhn war demnach fetter wie die Katze und das Kaninchen. Ganz besonders deutlich lässt sich dieser Einfluss des Körperfettes bei dem Kaninchen Nr. 3 und dem Huhn Nr. 2, bei welchen die Intensität des Gesammtstoffwechsels genau festgestellt wurde, zeigen; wie die Tabelle S. 37 nachweist, ist der procentige Verlust an Fett und der Bestand des Körpers an Fett bei beiden Thieren fast der gleiche, der procentige Verlust an Eiweiss ist dagegen an den ersten Tagen beim Kaninchen doppelt so gross als beim Huhn, aber auch die Menge des Stickstoffs oder Eiweisses im Organismus. An den späteren Hungertagen, als das Fett vom Körper verschwunden war, ist die Intensität des Eiweissumsatzes bei beiden Thieren die gleiche.

1) a. a. O. S. 234.

Es kann darnach nicht zweifelhaft sein, dass der geringe Eiweisszerfall an den ersten Hungertagen beim mittelfetten und fetten Huhn durch die relativ grössere Fettablagerung in ihm bedingt wird. Dabei ist noch zu bedenken, dass es nicht die Menge des Fettes am Körper, in den Fettreservoiren im Unterhautzellgewebe, in der Bauchhöhle etc. ist, durch welche der Eiweissumsatz in Schranken gehalten wird, sondern vielmehr die Gegenwart des Fettes in den Säften und in den Organen, in welchen die Eiweisszersetzung stattfindet. Es wäre daher ausserdem noch möglich, dass bei den Hühnern, bei gleichem Fettreichthum im Körper, in jenen Säften und Organen sich mehr Fett befindet als bei anderen Thieren. Da durch die geringe Eiweisszersetzung im mittelfetten und fetten Huhn die Kraft der Zellen, Stoffe zu zerlegen, noch nicht verbraucht ist, so dient der noch übrige Rest derselben dazu, das vorhandene Fett anzugreifen und zu zerstören.

Es scheint ferner aus den Untersuchungen von Voit und Rubner hervorzugehen, dass bei kleinen Organismen relativ wohl die Zersetzung des Eiweisses, aber nicht die des Fettes zunimmt. Es sollte zwar bei ihnen in Folge des bedeutenderen Eiweissverbrauchs der Fettverbrauch abnehmen: da aber bei kleineren Thieren die Arbeit der Athem- und Herzmuskeln, sowie auch der übrigen Muskeln verhältnissmässig grösser ist, so wird dadurch die Zerstörung des Fettes entsprechend erhöht, aber nicht in dem Grade wie die des Eiweisses unter dem Einflusse der intensiveren Saftströmung [1]).

Während nun bei Hunden, Katzen und Kaninchen auf 1 kg Körper fast der nämliche Fettverbrauch (von 3—5 g) trifft, ist derselbe bei den mittelfetten und fetten Hühnern wegen der geringen Eiweisszersetzung sehr bedeutend. Nur bei meinem Huhn Nr. 2 wird der Fettumsatz trotz des Wachsens des Eiweisszerfalls nicht entsprechend geringer, was wahrscheinlich von der grösseren Lebhaftigkeit und Unruhe des Thieres herrührt. Ich füge hier die von Rubner [2]) hierüber gebrachte Tabelle an, in welche ich die betreffenden bei den Hühnern erhaltenen Werthe eintrage:

1) Siehe hierüber Voit in Hermann's Handb. d. Physiol. Bd. 6 Thl. 1 S. 87.
2) a. a. O. S. 238.

| Thier | Körpergewicht in Kg. | auf 1kg Thier | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Eiweissverbrauch | Fettverbrauch | Summe |
| Hund, 6. Hungertag . . . . | 31,2 | 1,23 | 3,43 | 4,7 |
| „ 10. „ . . . . | 30,1 | 1,12 | 2,76 | 3,9 |
| Hund, 1. Hungertag . . . . | 18,2 | 2,30 | 3,30 | 5,6 |
| „ 3. „ . . . . | 17,2 | 1,67 | 3,70 | 5,4 |
| Katze, Mittel . . . . . | 1,86 | 5,95 | 4,10 | 10,1 |
| Katze, Mittel . . . . . | 2,83 | 3,71 | 3,61 | 7,3 |
| Kaninchen 2, 1—3. Tag . . | 2,814 | 3,86 | 3,66 | 7,5 |
| „ 4—5. „ . . | 2,494 | 3,81 | 4,13 | 7,9 |
| „ 6—8. „ . . | 2,253 | 9,42 | 1,06 | 10,5 |
| Kaninchen 3, 3—8. Tag . . | 2,051 | 3,26 | 4,88 | 8,1 |
| „ 9—15. „ . . | 1,806 | 3,28 | 4,09 | 7,4 |
| „ 16—18. „ . . | 1,541 | 11,18 | 0,65 | 11,8 |
| Kaninchen 5, 1—7. Tag . . | 1,345 | 3,10 | — | — |
| „ 8—13. „ . . | 1,105 | 4,04 | — | — |
| „ 15—18. „ . . | 0,850 | 10,82 | — | — |
| Huhn Nr. 1, 3. Hungertag . . | 1,686 | 11,63 | 1,91 | 13,5 |
| „ 7. „ . . | 1,335 | 13,27 | 0,99 | 14,3 |
| Huhn Nr. 2, 2. Hungertag . . | 0,958 | 2,10 | 8,96 | 11,1 |
| „ 8. „ . . | 0,770 | 8,54 | 9,32 | 17,9 |
| „ 10. „ . . | 0,698 | 12,97 | 6,43 | 19,4 |
| Huhn Nr. 3, 1. Hungertag . . | 3,737 | 2,90 | 8,7 | 11,6 |
| „ 3. „ . . | 3,554 | 2,48 | 6,1 | 8,6 |

Es frägt sich, ob der Stoffwechsel beim Huhn unter sonst gleichen Umständen der nämliche oder ein wesentlich anderer ist als bei gleich schweren Katzen oder Kaninchen. Man sagt gewöhnlich, die Vögel besässen einen lebhafteren und regeren Stoffwechsel wie die übrigen Thiere.

Nach vorstehender Tabelle zersetzt das mittelfette Huhn Nr. 2 von 958g Gewicht am 2. Hungertage auf 1kg 2,10g Eiweiss und 8,96g Fett; das Huhn Nr. 3 von 3554g Gewicht am 3. Hungertage 2,48g Eiweiss und 6,1g Fett; die Katze von 1860g Gewicht im Mittel 5,95g Eiweiss und 4,10g Fett; die Kaninchen Nr. 2 und 3 bei einem mittleren Gewicht von 2430g an den ersten Hungertagen im Mittel 3,56g Eiweiss und 4,27g Fett. Es wird also von dem mittelfetten Huhn nur etwa halb so viel Eiweiss, aber doppelt so viel Fett zerstört wie von der Katze und dem Kaninchen. Was soll

man nun bei dieser Sachlage über die Intensität des Stoffwechsels aussagen? Man vermag in diesen Fällen nichts darüber anzugeben, weil ganz verschiedene Quantitäten von Eiweiss und Fett zersetzt werden und die beiden Stoffe nicht gleichwerthig sind; aus diesem Grunde gibt auch die Summe des Eiweiss- und Fettumsatzes keinen genauen Aufschluss über die Grösse des Stoffwechsels. Auch ist hierbei zu berücksichtigen, dass in der Gewichtseinheit Thier, selbst bei gleichem Verhältniss von Eiweiss und Fett im Körper, nicht gleiche Quantitäten jener Stoffe zerfallen, sondern in kleineren Organismen grössere Mengen in Zersetzung gerathen.

Man kann dagegen einen Vergleich anstellen bei denjenigen Thieren, welche gleich von Anfang an oder an den letzten Hungertagen wegen des Fettmangels fast nur Eiweiss zersetzen. Das Kaninchen Nr. 2 von 2,253 kg Gewicht verbraucht am 6—8. Hungertage 9,42 g Eiweiss und 1,06 g Fett; das Kaninchen Nr. 3 von 1,541 kg Gewicht am 16—18. Hungertage 11,18 g Eiweiss und 0,65 g Fett; das Kaninchen Nr. 5 von 0,850 kg Gewicht am 15—18. Hungertage 10,82 g Eiweiss; das Huhn Nr. 1 von 1,335 kg Gewicht am 7. Hungertage 13,27 g Eiweiss und 0,99 g Fett. Es lässt sich also hierin kein wesentlicher Unterschied in der Zersetzung zwischen Kaninchen und Huhn finden, namentlich wenn man das geringere Körpergewicht des letzteren mit in Rechnung zieht [1]).

Man kann auch für das Huhn (Nr. 2), wie es Rubner für das Kaninchen gethan hat, die Intensität der Eiweiss- und Fettzersetzung finden, indem man aus den früher angegebenen Versuchszahlen die Menge der an jedem Hungertage im Körper des Thiers befindlichen stickstoffhaltigen Trockensubstanz oder des darin enthaltenen Stickstoffs, sowie die des jeweilig abgelagerten Fettes berechnet und dann

1) Die Respirationsversuche von Regnault und Reiset ergeben für die Hühner keine grössere Sauerstoffaufnahme als für die Kaninchen. Erstere verbrauchen zwar auf 1 kg Körpergewicht im Mittel 1,032 g Sauerstoff, letztere nur 0,851 g, das Gewicht der Hühner betrug aber im Mittel nur 1570 g, das der Kaninchen 3640 g. Die beiden Forscher sprechen auch nirgends von einem regeren Stoffwechsel der Vögel im Allgemeinen, sondern sie sagen nur, dass bei Reduction auf gleiches Gewicht kleine Vögel (Sperlinge und Grünfinken) zehnmal mehr Sauerstoff verbrauchen als Hühner; sie bringen also den grossen Sauerstoffconsum der ersteren in Beziehung zu der absoluten Grösse der Thiere.

den täglichen procentigen Verlust von Stickstoff und von Fett ermittelt. Dabei ergibt sich:

| | Tag | Bestand des Körpers an N | % Verlust an N | Bestand des Körpers an Fett | % Verlust an Fett |
|---|---|---|---|---|---|
| Huhn Nr. 2, | 1. | 27,57 | 1,13 | 85,79 | 10,00 |
| | 2. | 27,25 | 1,15 | 77,21 | 11,11 |
| | 3. | 26,94 | 1,46 | 68,63 | 12,64 |
| | 4. | 26,55 | 1,80 | 59,95 | 14,64 |
| | 5. | 26,07 | 2,45 | 51,17 | 16,65 |
| | 6. | 25,43 | 3,16 | 42,65 | 18,10 |
| | 7. | 24,62 | 4,14 | 34,39 | 22,45 |
| | 8. | 23,61 | 4,32 | 26,67 | 26,92 |
| | 9. | 22,59 | 5,21 | 19,49 | 29,93 |
| | 10. | 21,41 | 6,55 | 13,66 | 32,96 |
| | 11. | 20,01 | 7,95 | 9,17 | 35,34 |
| | 12. | 18,41 | — | — | — |
| | 13. | 17,35 | — | — | — |
| Kaninchen Nr. 3, | 1—2. | 52.22 | 2,87 | — | — |
| | 3—8. | 47,63 | 2,16 | 86,5 | 11,6 |
| | 9—15. | 41,37 | 2,19 | 31,9 | 23,2 |
| | 16—19. | 34,23 | 7,73 | 3,1 | 34,9 |

Es wird demnach von dem im Organismus des Huhns täglich befindlichen Eiweiss und Fett im Verlaufe des Hungers ein immer steigender Bruchtheil zerstört, von dem Eiweiss schliesslich die 7fache, von dem Fett die 3½fache Menge. Diese Steigerung der Intensität der Zersetzung fand auch Rubner beim Kaninchen; es zeigte sich bei dem letzteren Thiere, wie vorher erwähnt worden ist, die Intensität der Fettzersetzung ebenso gross wie bei dem Huhn, die der Eiweisszersetzung war dagegen an den ersten Hungertagen 2—3mal so mächtig als bei dem Huhn, an den letzten Tagen hatte sie aber wieder genau denselben Werth wie beim Huhn erreicht. Ich habe schon dargelegt, dass diese Unterschiede von dem relativ grösseren Fettreichthum des Huhns an den ersten Hungertagen herrühren.

Aus den am Huhn gewonnenen Zahlen ersieht man abermals, dass die Ausscheidung der Kohlensäure (oder auch der Verbrauch an Sauerstoff) keinen Maassstab abgibt für die Messung des Stoffwechsels im Körper und gar keinen Einblick in die einzelnen Vorgänge des Stoffwechsels gewährt. Namentlich geht dies aus dem Versuch Nr. 2 hervor; denn während die Kohlensäureabgabe in

24 Stunden bei 5 Versuchen nur zwischen 25,3 und 30,4 g schwankt und ebenso die Fettzersetzung, wenigstens in den ersten 4 Versuchen, nur wenig differirt, wächst der Eiweisszerfall auf das 4—5 fache seines ursprünglichen Werthes.

Man weiss aus vielfachen Erfahrungen, wieviel ein Huhn Futter nöthig hat, um sich auf seinem stofflichen Bestande zu erhalten, und man kann berechnen, wieviel sich darin Eiweiss und stickstofffreie Nahrungsstoffe befinden.

Nach den Angaben der Hühnerzüchter müssen zu diesem Zwecke täglich 30 g Gerste oder 50 g geschrotetes Hafermehl gegeben werden.

Knieriem [1]) reichte den Hühnern folgende Mengen von Gerstengraupen:

| Körpergewicht in Gramm | Gerstengraupen |
|---|---|
| 1400 | 20 |
| 1098 | 25 |
| 1700 | 35 |
| 1268 | 30 |
| 1550 | 30 |
| 1885 | 35 |
| 1550 | 40 |
| 1463 | 40 |
| Mittel: 1489 | 32 |

Nach H. Schroeder [2]) wurde von Hühnern aufgenommen:

| Körpergewicht in Gramm | Nahrung in Gramm |
|---|---|
| 1383 | 45 Gerste + 10 Erbsen |
| 1420 | 45 Gerste |
| 1463 | 40 Gerste + 10 Brod |
| 1528 | 45 Gerste |
| Mittel: 1448 | 44 Gerste mindestens |

Mein Huhn Nr. 2 von 1014 g Gewicht verzehrte täglich 27,3 bis 32,8 g Weizen.

Es handelt sich aber nicht allein darum, wieviel Nahrung die Hühner in den Darmkanal aufnehmen, sondern auch wieviel davon dem Körper wirklich zu gute kömmt und in die Säfte

1) Knieriem, Ztschr. f. Biologie Bd. 13 (1877) S. 36.

2) Schroeder, Ztschr. f. physiol. Chemie Bd. 2 (1878—79) S. 228.

resorbirt wird. Diese Frage hat allein Meissner[1]) beantwortet. Nach ihm verzehrte ein Huhn von 1338g Gewicht täglich im Mittel 50g Gerste mit 7,02g Eiweiss und 35,32g stickstofffreien Stoffen (vorzüglich Stärkemehl), und verwerthete davon im Darm nur 1,935g Eiweiss und 32,165g stickstofffreie Stoffe. Ein Hahn von 2kg Gewicht frass täglich 110g Gerste mit 15,60g Eiweiss und 71,84g stickstofffreien Stoffen, von welchen er 4,4g Eiweiss und 64,89g stickstofffreie Stoffe verdaute.

Das Huhn Meissner's hat schon mehr Gerste verzehrt als die Hühner von Knieriem und Schroeder, vor allem aber hat der Hahn Meissner's viel Gerste zu sich genommen. Wir bekommen also bei Verwerthung der Angaben von Meissner sicherlich Maximalzahlen für das Huhn. Darnach hat nun 1kg Huhn resorbirt und zur Erhaltung gebraucht:

| | Eiweiss | N freie Stoffe |
|---|---|---|
| Huhn . . . | 1,5 | 24,0 |
| Hahn . . . | 2,2 | 32,5 |

Nach den Zusammenstellungen von Voit[2]) hat 1kg Thier folgende Mengen von Eiweiss und stickstofffreien Stoffen zur Ernährung nöthig:

| Thier | Körpergewicht in Kg | auf 1kg Thier | |
|---|---|---|---|
| | | Eiweiss | N freie Stoffe |
| Hund . . . . . | 39,00 | 2,82 | 3,08 F. |
| Hund, nicht fett . . | 27,60 | 3,19 | 4,53 F. |
| Hund, nicht fett . . | 4,32 | 7,63 | 4,63 F. |
| Katze . . . . . | 2,75 | 9,59 | 5,45 F. |
| Ratte . . . . . | 0,15 | 24,76 | 34,00 F. |
| Ochs . . . . . | 600,00 | 0,60 | 7,00 K. |
| Pferd . . . . . | 506,00 | 1,16 | 7,09 K. |
| Schaf . . . . . | 50,00 | 1,30 | 10,40 K. |

Das Huhn, welches nur etwa 2,0kg wiegt, sollte, nach der Körpergrösse allein beurtheilt, relativ mehr Eiweiss in der Nahrung erhalten als die schwerere Katze. Man ersieht aber aus vorstehender

1) Meissner, Ztschr. f. rat. Medic. [3. R.] Bd. 31 (1868) S. 185; Flügge, Ztschr. f. rat. Medic. [3. R.] Bd. 36 (1869) S. 184.

2) Voit in Hermann's Handb. d. Physiol. Bd. 6 Thl. 1 S. 527.

Zusammenstellung, dass dasselbe, wenigstens wenn es mittelfett ist, verhältnissmässig sehr wenig Eiweiss, weniger als der 39kg schwere Hund, dagegen aber sehr viel stickstofffreie Stoffe nöthig hat, was in völliger Uebereinstimmung mit der Stoffzersetzung an den ersten Hungertagen ist, wo ebenfalls nur eine geringe Quantität von Eiweiss, jedoch viel Fett zerstört wurde.

Von den Hühnern Meissner's wurden auf 1kg täglich 0,23 bis 0,34g Stickstoff aus der Nahrung resorbirt, also nicht mehr als ein mittelfettes Huhn an den ersten Hungertagen abscheidet. So kann es kommen, dass ein mittelfettes oder fettes Huhn in der Nahrung wesentlich weniger Stickstoff zuführen muss als ein fettarmes an den ersten Hungertagen oder als ein fettarm gewordenes an den späteren Hungertagen einbüsst; letztere bedürfen sicherlich viel mehr Eiweiss in der Nahrung als erstere. Ebenso muss nach allen Erfahrungen mehr Eiweiss gereicht werden, wenn man damit ausschliesslich, ohne stickstofffreie Stoffe, den Körper auf seinem Eiweiss- und Fettbestand erhalten will. Hans Meyer[1]) fütterte sein Huhn täglich mit 50g Fleisch, Schimanski[2]) sah, dass ein Huhn von 1730g Gewicht bei Zufuhr von 50g frischem, fettfreiem Pferdefleisch fortwährend an Gewicht abnahm. 50g Fleisch enthalten aber etwa 11g Eiweiss, so dass auf 1kg Körpergewicht bei dem letzteren Thier 6,4g Eiweiss in der Nahrung trafen, mit denen es noch nicht einmal ausreichte, sondern beständig an Masse verlor; dies ist 2—3mal mehr als ein mittelfettes Huhn beim Hunger zersetzt.

Man kann wohl kaum ein besseres Object zur Demonstration des von Voit zuerst hervorgehobenen, maassgebenden Einflusses der Körperbeschaffenheit, namentlich des Verhältnisses von Eiweiss zum Fett im Organismus, auf den Stoffumsatz finden als das Huhn.

---

1) Hans Meyer, Beiträge zur Kenntniss des Stoffwechsels im Organismus der Hühner; diss. inaug., Königsberg 1877; Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch. Bd. 10 (1877) S. 1930.

2) a. a. O. S. 417.